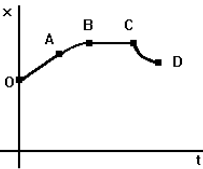


Movimento Retilíneo e em Duas Dimensões

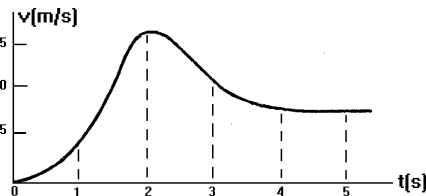
1. Calcule a velocidade escalar média nos seguintes casos: (a) Você percorre uma distância de 73,2 m a uma velocidade de 1,2 m/s e, depois, corre 73,2 m a uma velocidade de 3,0 m/s, em uma pista retilínea. (b) Você caminha durante 1,0 min a uma velocidade de 1,2 m/s e, depois, corre 1,0 min a uma velocidade de 3,0 m/s na mesma pista. Resp.: (a) 1,7 m/s; (b) 2,1 m/s.

2. Uma corredora cobre 100 m em 10,0 s e depois retorna andando 50 m, em direção ao ponto de partida, em 30,0 s. Qual é a sua velocidade escalar média e qual é a velocidade média durante todo o evento? Resp.: 3,75 m/s e (1,25 m/s).

3. O gráfico de x versus t ao lado refere-se ao movimento retilíneo de uma partícula. (a) Para que intervalos a velocidade e a aceleração serão positivas, negativas ou nulas? Os intervalos são OA, AB, BC e CD. (b) A partir desta curva, há algum intervalo no qual a aceleração não seja obviamente constante? (Ignore o comportamento nos extremos dos intervalos).



4. Um objeto move-se em linha reta conforme o gráfico velocidade versus tempo ao lado. Esboce um gráfico da aceleração do objeto em relação ao tempo.



5. Dois trens, ambos com velocidade igual a 30 km/h, percorrem uma mesma linha férrea em sentidos contrários. Um pássaro, que voa com velocidade igual a 60 km/h, parte de um trem em direção ao outro no momento em que a distância entre eles é de 60 km. Quando encontra o outro trem, o pássaro volta e voa diretamente para o primeiro trem, e assim por diante. (a) Qual é a distância total percorrida pelo pássaro? (b) Quantas viagens o pássaro fará antes que os trens colidam? Resp.: (a) 60 km; (b) um número infinito.

6. A posição de uma partícula movendo-se ao longo do eixo x é dada por $x = 9,75 + 1,50 t^3$, onde t é dado em segundos. Tome x em centímetros. Calcule a velocidade média nos seguintes intervalos de tempo (simétricos em relação a $t = 3,00$ s): (a) 2,00 a 4,00 s; (b) 2,50 a 3,50 s; (c) 2,75 a 3,25 s; (d) 2,90 a 3,10 s; e (e) 2,95 a 3,05 s. (f) Pode-se mostrar que, para esta partícula, a velocidade instantânea (em cm/s) é dada por $v = 4,50 t^2$. Calcule a velocidade instantânea para $t = 3,00$ s. (g) Agora, considere uma partícula movendo-se em MRUV segundo a equação $x = 9,75 + 1,50 t^2$ e determine a velocidade média nos intervalos de tempo 2,00 a 4,00 s e (h) 2,50 a 3,50 s. (i) Calcule também a velocidade instantânea para $t = 3,00$ s. (j) Calcule ainda, para este caso, a média das velocidades instantâneas para $t = 2,00$ s e para $t = 4,00$ s. Quais são as conclusões que você pode tirar dos resultados? Resp.: (a) 42,0 cm/s; (b) 40,9 cm/s; (c) 40,6 cm/s; (d) 40,5(2) cm/s; (e) 40,5(0) cm/s; (f) 40,5 cm/s; (g) 9,00 cm/s; (h) 9,00 cm/s; (i) 9,00 cm/s; (j) 9,00 cm/s.

7. Um corpo percorre 250 cm em linha reta, enquanto diminui sua velocidade de 1,5 m/s até zero. (a) Quanto foi a sua aceleração, supondo-a constante? (b) Quanto tempo levou o corpo para atingir o repouso? (c) Quanto tempo foi necessário para completar a primeira metade dos 250 cm? Resp.: (a) -0,45 m/s²; (b) 3,3 s; (c) 0,98 s.

8. Um corpo parte do repouso com aceleração constante. Após 5,0 s, ele se deslocou 25 m. Durante esse tempo, calcule (a) a aceleração e (b) a velocidade média do corpo. (c) Qual era a sua velocidade instantânea no final de 5,0 s? (d) Supondo que a aceleração não varie, quanto será o deslocamento do corpo durante os próximos 5,0 s? Resp.: (a) 2,0 m/s²; (b) 5,0 m/s; (c) 10 m/s; (d) 75 m.

9. A aceleração constante de um objeto que parte do repouso vale 2,0 m/s². Sabendo que, durante um certo intervalo de tempo igual a 3,0 s, ele se deslocou 90 m, determine: (a) qual era a sua velocidade no início do intervalo de 3,0 s e (b) quanto tempo o objeto esteve em movimento antes do início do intervalo de 3,0 s. Resp.: (a) 27 m/s; (b) 13,5 s.

10. O elevador de um edifício de 198 m de altura leva 40 s para ir do térreo ao último andar. Sabendo que os tempos de aceleração e de desaceleração valem ambos 6,0 s e supondo que as taxas de aumento e de diminuição da velocidade são iguais, determine a velocidade máxima alcançada pelo elevador. Resp.: 21 km/h.

11. No momento em que um sinal de tráfego liga a luz verde, um automóvel parte com aceleração constante de 2,00 m/s². No mesmo instante, um caminhão que se desloca com velocidade constante de 72,0 km/h está 85,0 m atrás do automóvel. (a) Esboce um gráfico representando as posições dos veículos em função do tempo. (b) A que distância do seu ponto de partida o automóvel será ultrapassado pelo caminhão? (c) Qual será a velocidade do automóvel nesse instante? (d) Após essa ultrapassagem, em quanto tempo o automóvel tornará a ultrapassar o caminhão? (e) Qual será a velocidade do automóvel no momento da segunda ultrapassagem? (f) Qual deve ser a velocidade mínima do caminhão para que ele seja capaz de, pelo menos, alcançar o automóvel? Resp.: (b) 37,5 m; (c) 44,1 km/h; (d) 7,70 s; (e) 99,9 km/h; (f) 66,4 km/h.

12. O manual de um motorista diz que um automóvel com pneus em boas condições e a uma velocidade de 80 km/h pode parar numa distância de 56,7 m. A distância correspondente para a velocidade de 48 km/h é 24,4 m. Suponha que o tempo de reação do motorista, durante o qual a aceleração é zero, independe da velocidade do automóvel e que a aceleração quando os freios são aplicados seja a mesma para as duas velocidades. Calcule: (a) o tempo de reação do motorista e (b) a aceleração do carro. Resp.: (a) 0,75 s; (b) -6,2 m/s².

13. Uma bola, lançada verticalmente para cima, demora 2,25 s para chegar até a altura de 36,8 m. (a) Qual era a sua velocidade inicial? (b) Qual é a sua velocidade nessa altura? (c) Até que altura a bola chega? Resp.: (a) 27,4 m/s; (b) 5,33 m/s; (c) 38,2 m.

14. Uma pessoa saltou do topo de um edifício de 44 m, caindo em cima de uma caixa que afundou 46 cm. A pessoa, embora bastante machucada, sobreviveu. Que aceleração, supostamente constante, ela suportou durante essa colisão? Expresse a resposta em termos de g , a aceleração devida à gravidade. Resp.: 96 g .

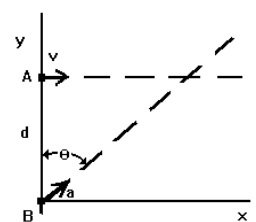
15. Um foguete é lançado verticalmente para cima e sobe com uma aceleração constante de 20,0 m/s² durante 1 min. O seu combustível acaba e ele continua a se mover como uma partícula em queda livre. (a) Qual é a altura máxima atingida pelo foguete? (b) Qual é o tempo total decorrido entre o lançamento e o retorno ao solo? (c) Represente graficamente a posição, a velocidade e a aceleração do foguete em função do tempo. Resp.: (a) 109 km; (b) 332 s.

16. Um objeto é solto de uma ponte localizada 45 m acima do nível da água, caindo diretamente sobre um barco que se move com uma velocidade constante e que estava a 12 m do ponto de impacto quando o objeto foi largado. Qual é a velocidade do barco? Resp.: 4,0 m/s.

17. Um elevador aberto sobe com velocidade de 10 m/s. Uma bola é lançada verticalmente para cima por um garoto dentro do elevador quando o elevador está a 30 m do solo. A velocidade inicial da bola, em relação ao elevador, é 20 m/s. (a) Qual é a altura máxima atingida pela bola? (b) Quanto tempo ela leva para retornar ao elevador? (Ignore a altura do garoto.) Resp.: (a) 76 m acima do solo; (b) 4,1 s.

18. Um avião voa 482,7 km na direção leste, da cidade A para a cidade B, em 45 minutos; depois, voa 965,4 km para o sul, da cidade B para a cidade C, em 1,5 h. (a) Quais são o módulo, a direção, e o sentido do vetor deslocamento que representa a viagem total? Quais são: (b) o vetor velocidade média e (c) a velocidade escalar média para a viagem? Resp.: (a) 1.079,4 km, $\theta = -63,4^\circ$; (b) (214,5 km/h) \hat{i} - (429,1 km/h) \hat{j} , em que \hat{i} e \hat{j} representam vetores unitários que apontam nas direções x (para leste) e y (para norte), respectivamente; (c) 643,6 km/h.

19. Uma partícula A move-se ao longo da reta $y = d$ ($d = 30$ m) com velocidade constante v ($v = 3,0$ m/s) dirigida paralelamente ao eixo horizontal x (veja a figura ao lado). Uma segunda partícula B começa a se movimentar, a partir da origem, com velocidade inicial igual a zero e com aceleração constante a ($a = 0,40$ m/s²) no mesmo instante em que a partícula A passa pelo eixo y . Qual é o ângulo θ entre a e o eixo vertical em que essa situação poderá resultar em colisão? Resp.: $\theta = 60^\circ$.



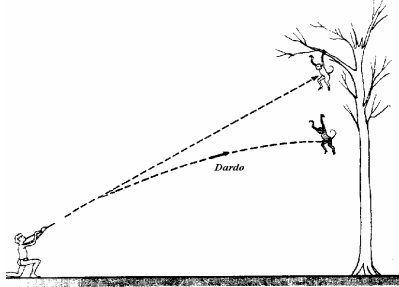
20. Sabendo que, para um projétil lançado de um ponto $P = (x_0, y_0)$ com uma velocidade inicial $v_0 = (v_{0x}, v_{0y})$, as coordenadas da posição são dadas pelas relações:

$$x = x_0 + v_{0x}t \quad \text{e} \quad y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

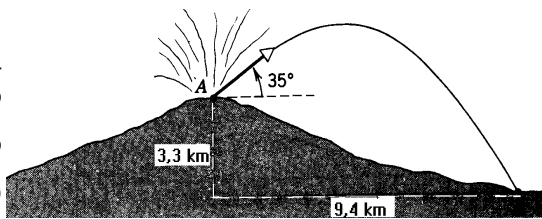
em que g é a aceleração local da gravidade, (a) mostre que a trajetória de um projétil é uma parábola. (Dica: lembre que a parábola é dada por uma relação do tipo $y(x) = a + bx + cx^2$, em que a , b e c são constantes.) (b) Considere o **caso particular** em que o projétil é lançado a partir da origem do sistema de coordenadas, em uma região **perfeitamente plana**. Mostre que o alcance A do projétil é dado por

$$A = [v_0^2 \sin(2\theta_0)]/g$$

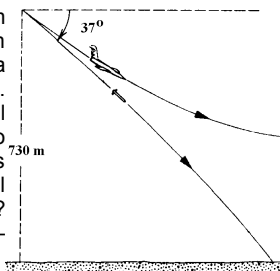
21. Veja a figura que segue. Um índio, com uma zarabatana, quer atingir um macaco pendurado num galho. O índio aponta diretamente para o alvo, sem perceber que o dardo seguirá uma trajetória parabólica e cairá abaixo do animal. Este, porém, vendo a flecha deixar a arma, solta-se do galho tentando evitar o tiro. Mostre que o macaco será atingido, qualquer que seja a velocidade inicial do dardo, desde que ela seja suficiente para cobrir a distância horizontal à árvore antes de atingir o solo.



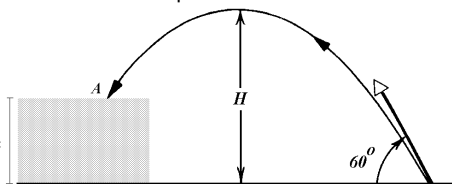
22. Durante erupções vulcânicas, blocos de rocha sólida também são atirados para fora do vulcão; esses projéteis são denominados blocos vulcânicos. A figura mostra uma seção reta do Monte Fuji, no Japão. (a) Com que velocidade inicial o bloco deve ser ejetado a partir da cratera **A**, fazendo um ângulo de 35° com a horizontal, de modo a cair ao pé do vulcão? (b) Qual é o tempo de voo do bloco? Resp.: (a) 256 m/s; (b) 44,9 s.



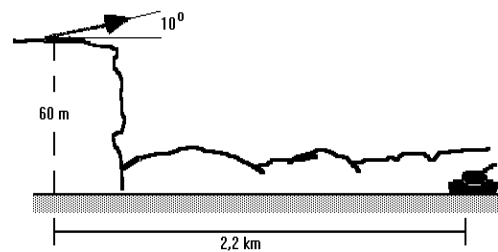
23. Um avião, fazendo um mergulho sob um ângulo de 37° com a horizontal, larga um projétil de uma altitude de 730 m, conforme a figura. O projétil atinge o solo depois de 5,0 s. (a) Qual era a velocidade do avião? (b) Qual é a distância horizontal percorrida pelo projétil? (c) Quais eram as componentes horizontal e vertical da velocidade do projétil imediatamente antes dele atingir o solo? Resp.: (a) 202 m/s; (b) 806 m; (c) $(161 \text{ m/s})\mathbf{i} - (171 \text{ m/s})\mathbf{j}$.



24. Uma pedra é projetada com uma velocidade inicial de 36,6 m/s, dirigida num ângulo de 60° com a horizontal, para um rochedo de altura h , conforme mostra a figura. A pedra atinge o rochedo 5,5 s após o lançamento. Determine: (a) a altura h do rochedo; (b) a velocidade da pedra no instante do impacto no ponto **A** e (c) a altura máxima atingida a contar do solo. (d) Represente graficamente as componentes horizontal e vertical da velocidade, bem como as componentes horizontal e vertical da aceleração, em função do tempo. Resp.: (a) 26,1 m; (b) 28,8 m/s, fazendo um ângulo de $50,5^\circ$ abaixo da horizontal; (c) 51,3 m.



25. Um canhão antitanque acha-se localizado à beira de um platô, a uma altura de 60 m acima de uma planície que o circunda. O artilheiro vê um tanque inimigo estacionado na planície, a uma distância horizontal de 2,2 km contada a partir do canhão. No mesmo instante, a tripulação do tanque vê o canhão e começa a se afastar com uma aceleração de $0,90 \text{ m/s}^2$. Se o canhão antitanque disparar um projétil com velocidade de saída igual a 240 m/s, com um ângulo de elevação de 10° acima da horizontal, quanto tempo o artilheiro deverá esperar antes de fazer o disparo para que o projétil atinja o tanque? Resp.: 5,6 s.



26. Um jogador de futebol chuta uma bola a 0,2 m de altura acima do solo, de modo que seu ângulo de lançamento seja de 60° com a horizontal e sua velocidade inicial de 25 m/s. A bola toma a direção da linha lateral esquerda do campo, onde uma cerca de 5,0 m de altura está localizada a 100 m do jogador. (a) Qual é a altura máxima atingida pela bola? (b) A bola transporá a cerca? Por quê? Resp.: (a) 24,1 m; (b) não.

27. (a) Qual é a aceleração radial de um objeto no Equador terrestre devido ao movimento de rotação da Terra? (b) Qual é a aceleração radial de um objeto em Porto Alegre (30° de latitude Sul)? Expresse suas respostas em função de g . O raio da Terra é $6,37 \times 10^6 \text{ m}$. Resp.: (a) $3,44 \times 10^{-3} g$; (b) $2,98 \times 10^{-3} g$.

28. Um menino gira uma pedra em uma circunferência localizada em um plano horizontal a 2,0 m acima do solo, por meio de um fio de 1,5 m de comprimento. Suponha que o fio arrebente e a pedra seja atirada horizontalmente, atingindo o chão a 10 m de distância. Qual era a aceleração radial da pedra enquanto estava em movimento circular uniforme? Resp.: 163 m/s^2 .

29. O terminal do aeroporto de Genebra, na Suíça, tem uma "calçada rolante" para aumentar a velocidade dos passageiros através de um longo corredor. Pedro, que caminha pelo corredor sem utilizar a calçada rolante, demora 150 s para percorrê-lo. Carlos, que simplesmente fica em pé na calçada rolante, percorre a mesma distância em 70 s. Maria não somente usa a calçada rolante, como também caminha sobre ela. Quanto tempo Maria gasta? Suponha que Maria e Pedro caminhem com a mesma velocidade. Resp.: 48 s.

30. Um barco leva 20,0 s para ir de um ponto A a um ponto B, ambos situados sobre a mesma margem de um rio, deslocando-se no sentido contrário ao da corrente. Quando volta do ponto B ao ponto A, o barco gasta a metade deste tempo. A velocidade do barco em relação à água é constante e igual a 8,0 m/s. Calcule (a) a distância AB e (b) a velocidade da correnteza. Resp.: (a) 107 m; (b) 2,67 m/s.

31. Quando dois automóveis movem-se uniformemente em sentidos contrários sobre uma estrada retilínea, eles se aproximam 9,0 m a cada décimo de segundo. Quando se deslocam no mesmo sentido, com as mesmas velocidades originais, aproximam-se 10 m a cada segundo. Calcule as velocidades originais desses automóveis. Resp.: 40 m/s e 50 m/s.

32. A chuva cai verticalmente com uma velocidade constante de 8,0 m/s. Para o motorista de um carro viajando a 50 km/h, as gotas de chuva caem fazendo que ângulo com a vertical? Resp.: 60° .

33. Um homem consegue remar um barco, em águas paradas, com uma velocidade de 4,5 km/h. (a) Suponha que ele esteja atravessando um rio em que a velocidade da correnteza vale 2,0 km/h e determine a direção segundo a qual deve orientar o barco para atingir um ponto diretamente oposto ao ponto de onde ele partiu numa das margens do rio. (b) Se a largura do rio for igual a 3,0 km, quanto tempo levará para atravessar o rio nas condições do item anterior? (c) Em que direção deveria orientar o barco se desejasse atravessar o rio no menor tempo possível? Resp.: (a) 26° ; (b) 0,74 h; (c) perpendicular à margem.